

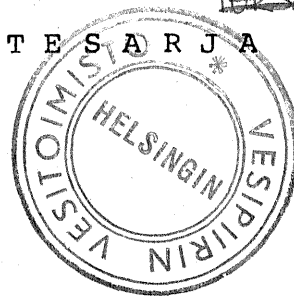
# VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1982 : 130

KAINUUN LUONNONRAVINTOLAMMIKOIDEN  
VEDEN LAADUSTA, ELÄINPLANKTON-  
TUOTANNOSTA SEKÄ VAIKUTUKSISTA  
ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN

Arja Palomäki





1982 : 130

KAINUUN LUONNONRAVINTOLAMMIKOIDEN  
VEDEN LAADUSTA, ELÄINPLANKTON-  
TUOTANNOSTA SEKÄ VAIKUTUKSISTA  
ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN

Arja Palomäki

Kainuun vesipiirin vesitoimisto

Kajaani 1982



S I S Ä L L Y S	sivu
1 JOHDANTO	5
2 RAKENTAMISEN JA TYHJENTÄMISEN AIHEUTTAMAT VEDEN LAADUN MUUTOKSET LUONNONRAVINTOLAMMIKOISSA	6
3 LUONNONRAVINTOLAMMIKOIDEN TYHJENTÄMISEN VAIKUTUK- SISTA ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN	8
3.1 Alimmaisen Kellojärven alapuolinen Piispajärven Kellolahti	8
3.2 Ahvenlammen alapuolinen Piispajärven Kellolahti	9
3.3 Pahalammen alapuolinen Kiantajärven Vasonlahti	9
3.4 Varsajärven alapuolinen Kangasjärvi	10
4 KALKITUKSEN VAIKUTUKSET LUONNONRAVINTOLAMMIKOISSA	11
5 ELÄINPLANKTONTUOTANTO LUONNONRAVINTOLAMMIKOISSA	13
5.1 Eläinplanktonin määrä ja lajisto	13
5.2 Eläinplanktontuotannon erojen syistä	17
5.3 Eläinplanktontuotannon vaikutus kalan- poikastuotantoon	21
5.4 Jatkotutkimusten tarve	22
6 TIIVISTELMÄ	22
KIRJALLISUUS	24



## 1 J O H D A N T O

Kainuun vesipiirin vesitoimisto on 1970-luvun alkupuolelta lähtien suunnitellut ja rakentanut luonnonravintolammikoita kalanpoikasten kasvattamista varten. Työ on tapahtunut kalatalousviranomaisten toimeksi-antona.

Vuoden 1981 lopussa Kainuun alueella on vesitoimiston rakentamia luonnonravintolammikoita 15 kpl, yhteensä 440 ha. Lisäksi alueella on lukuisia metsähallituksen ja yksityisten hallussa olevia lammikoita, mutta näiden pinta-ala jää suhteellisen pieneksi.

Luonnonravintolammikkoon tuodaan kalanpoikaset yleensä pian lammikon täytyttyä lumen sulamisvesistä. Poikasia kasvatetaan lammikossa, kesän ajan ilman ruokintaa. Syksyllä kalanpoikaset siirretään istutusvesistöön lammikon tyhjentämisen yhteydessä. Talven ajan lammikko on yleensä tyhjillään.

Usein luonnonravintolammikkokohteiksi on jouduttu valitsemaan lampia, joiden veden laatu ei ole täyttänyt hyvälle kalavedelle asetettuja normeja. Sen vuoksi on noussut esiin kysymys, kuinka suuri merkitys luonnonravintolammikon luonnontilaisella veden laadulla on kasvatustulosta ajatellen. Kyseisessä tutkimuksessa pyritään selvittämään lammikoiden veden laadussa tapahtuvia muutoksia sen aineiston perusteella, mitä vesitoimistoon on useiden vuosien aikana luonnonravintolammikoiden tarkkailun yhteydessä kertynyt. Aineisto on hajanainen: kohteita on runsaasti ja näytteenottokertoja yhdestä kohteesta niukasti. Sen vuoksi varmojen päätelmien teko ko. aineiston perusteella on vaikeaa.

Toisena selvityskohteena ovat lammikoiden rakentamisaikaiset vaikutukset alapuoliseen vesistöön. Voidaan kuitenkin todeta, että vaikutukset eri kohteiden osalta ovat aivan erilaiset. Sen vuoksi vesitoimiston aineistoa pystytään kyseessä olevassa tutkimuksessa käsittelemään vain esimerkinomaisesti eikä yleistyksiä voida tehdä.

Työssä käsitellään myös lyhyesti kalkitusten vaikutuksia. Pääasiassa kesällä 1981 kerätyn eläinplanktonnäytteistön perusteella pyritään selvittämään ravinnon riittävyyttä sekä planktontuotannon ja kalanpoikas-  
tuotannon välistä riippuvuutta.

## 2 RAKENTAMISEN JA TYHJENTÄMISEN AIHEUTTAMAT VEDEN LAADUN MUUTOK- SET LUONNONRAVINTOLAMMIKOISSA

Koska lammet tyhjennetään syksyisin ja ne ovat lähes tyhjillään talven ajan, on todennäköistä, että vesi on laadultaan erilaista kuin luonnontilassa. Keväisin lammet täyttyvät pääasiassa maalta valuvilla sulamisvesillä. Valuma-alueen maaperä vaikuttaa siten veden laatuun. Joissakin tapauksissa valuma-alue on muuttunut ja pienentynyt rakentamisen yhteydessä.

Talvisin pohjaliete jäätyy ja eroosio pääsee vaikuttamaan siihen. Normaalissa vesistössä pohjaliete ei pääse kosketuksiin ilman kanssa ja monessa tapauksessa hapen vähentyessä fosforia ja rautaa liukenee alusveteen. Talven tyhjillään olevassa lammessa pohjaliete pääsee hapettumaan hyvin, ja rauta ja fosfori sitoutuvat siihen.

Keväiset valumavedet kuljettavat lietettä lammen keskustaa kohti ja tyhjennysveden mukana lietettä kulkeutuu kanavan suuta kohti ja kanavaa pitkin lammesta pois alapuoliseen vesistöön. Lietteen mukana poistuvat myös siihen sitoutuneet ravinteet.

Valmiita lampia on liian vähän, jotta aineistoa olisi voinut käsitellä tilastollisesti. Lisäksi joistakin lammikoista ei ole otettu vertailukelpoisia näytteitä (siis kesällä) ennen rakentamista. On myös vaikeaa erottaa toisistaan varsinaisen rakentamisen ja kalkituksen aiheuttamia muutoksia. Siksi tähän vertailuun on käytetty vain ennen kalkitusta saatuja tuloksia. Taulukossa 1 on esitetty vedenlaatuparametrit ennen rakentamista ja rakentamisen jälkeen kuitenkin ennen ensimmäistä kalkitusta.

Selvästi havaittava ja yhtenäinen muutos on tapahtunut sameuden, värin ja KHT:n arvoissa. Sameus on vähentynyt kaikissa tapauksissa. Värin arvo ja KHT ovat kasvaneet. Tästä voisi päätellä, että lampien vesi sisältää enemmän humusta kuin luonnontilassa ollessaan. Useimpien lampien valuma-alue onkin ainakin osaksi suota, joilta tuleva vesi on humuspitoista.

Muut laatuparametrit eivät ole muuttuneet selvästi samaan suuntaan, vaikka yksittäisten lampien kohdalla muutoksia on tapahtunut. Ravinteet ovat pikemmin vähentyneet kuin lisääntyneet ja samoin on raudan laita. Sulamisvedet ovat ilmeisesti vähäravinteisempia kuin lammen alkuperäinen vesi.

Fosforin ja raudan pitoisuuteen vaikuttaa myös se, että niitä ei talven aikana liukene veteen pohjalietteestä, niinkuin lampien ollessa luonnontilassa on usein tapahtunut. Lisäksi pohjalietettä poistuu tyhjennyksen aikana.



Taulukko 1.

Eräiden luonnonravintolammikoiden veden laatu ennen rakentamista (I) ja rakentamisen jälkeen (II)  
Kesänäytteet

Lampi	O <sub>2</sub> -kyll. %	Sameus	Kiinto- aine	$\sigma_{25}$	Alkal.	pH	Väri	KHT	Kok. N	Kok. P	Fe
Lapinlampi I	94	2,2	3,8	3,0	0,11	6,9	72	14,7	597	30	1016
II	-	0,77	2,0	1,9	0,07	6,5	90	12,4	532	18	254
Valkealampi I	92	1,7	2,2	1,2	0	5,2	28	7,8	550	29	460
II	-	1,2	3,2	1,9	0,04	6,8	80	12,1	1010	10	119
Koljatin- lampi I	85	1,5	1,8	1,6	0,01	5,2	79	17,5	655	27	325
II	93	0,92	2,5	1,2	0,03	6,0	100	17,5	574	36	196
Varsajärvi I	90	2,3	4,4	2,6	0,15	7,0	71	11,6	400	14	556
II	95	0,79	2,4	2,4	0,07	6,5	100	14,9	470	16	400
Iso-Musta I	96	2,0	2,2	1,4	0	5,6	51	13,2	378	59	80
II	98	1,3	3,6	1,4	0,03	6,3	125	17,8	372	14	156
Haukilampi I	-	-	-	1,4	0,12	6,3	146	19,3	700	20	500
II	94	0,48	1,2	1,7	0,02	5,5	135	26,1	317	17	736

### 3 LUONNONRAVINTOLAMMIKOIDEN TYHJENTÄMISEN VAIKUTUKSISTA ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN

Luonnonravintolammikoiden tyhjentämisen yhteydessä lähtee liikkeelle sekä lammen pohjalietettä että maa-ainesta tyhjennyskanavasta. Yleensä kanavasta lähtevää ainetta on selvästi enemmän kuin pohjalietettä.

Irtautuvan maa-aineen määrään vaikuttavat oleellisesti maa-aineksen laatu, virtausnopeus ja virtaaman suuruus ja ajankohta, jolloin juoksutus tapahtuu. Maa-ainesta voidaan jossain määrin "ottaa kiinni" laskeutusaltailla. Tyhjentämisestä johtuvan haitan minimoimiseksi tulisi juoksutus rakennustyön ja erityisesti kanavan rakentamisen aikana saada mahdollisimman pieneksi esim. työpadon avulla tai rakentamalla säännöstelypato (munkki) ennen kanavan rakennustyötä. Myös laskeutusaltaan rakentaminen työn alkuvaiheessa tulisi ottaa tavaksi.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset alapuoliseen vesistöön ovat huomattavasti suuremmat kuin vuosittain tapahtuvan tyhjentämisen.

Lammikoiden tyhjentämisen vaikutuksia on vesitoimisto tarkkaillut silloin, kun rakentaja on ilmoittanut mahdollisista samentumishaitoista. Sen vuoksi havainnot ovat jääneet hyvin hajanaisiksi. Seuraavassa käsitellään Alimmaisen Kellojärven, Pahalammen ja Ahvenlammen tyhjentämisen vaikutuksia analyysitulosten ja purkukanavan laskukohdan alapuolisen vesistön syvyysmittausten perusteella.

#### 3.1 ALIMMAISEN KELLOJÄRVEN ALAPUOLINEN PIISPAJÄRVEN KELLOLAHTI

Näytteet on otettu Kellolahdelta n. 200 m:n päästä kanavan suulta. Vertailun vuoksi taulukossa on Piispajärven lähimmän syvänehavaintopaikan tulokset 1 m:n syvyydeltä.

	6.3.78	20.12.78	5.3.79	1.8.79		
	Kellolahti syv.	Kellol. syv.	Kellol. syv.	Kellolahti		
happi mg/l	4,3	8,0	12,3	2,9	11,5	-
sameus	2,7	38,0	0,43	2,7	0,64	0,89
kiintoaine mg/l	0,6	39,0	0,4	2,6	0,4	-
$\rho_{25}$ mS/m	4,6	3,9	2,9	4,5	3,2	-
alkal.mmol/l	0,27	0,23	0,16	0,27	0,14	-
pH	6,0	6,3	6,5	6,2	6,5	8,3
väri mg Pt/l	100	-	50	70	40	50
KHT mg/l O <sub>2</sub>	13,7	-	-	-	-	7,8
kok. N µg/l	528	617	323	470	290	280
kok. P µg/l	17	56	8	13	12	150
Fe µg/l	1261	3970	267	780	200	260
kok.kovuus	0,23	32	-	12	-	0,10

Alimmainen Kellojärvi on juoksutettu tyhjäksi joulukuussa 1978 padon kautta. Pääosa irronneesta aineesta on siten peräisin laskukanavasta. Näytteenottoajankohtana 20.12.1978 juoksutus on ollut loppuvaiheessaan ja sen vaikutukset alapuolisessa vesistössä suurimmillaan. Kiintoaineen ja sameuden arvot ovatkin Kellolahdessa olleet korkeat. Sen sijaan typen ja fosforin määrät ovat suhteellisen alhaiset. Kuitenkin kesällä 1979 on Kellolahdessa fosforipitoisuus noussut korkeaksi, mikä johtunee Alimmaisen Kellojärven rakentamisesta. Kanavan suualueella Kellolahdessa on mitattu syvyyden muuttumista. Tulokset on esitetty kuvassa 1. Suurimmillaan Kellolahti on madaltunut noin 300 m:n päähän purkukanavan suusta ulottuvalla linjalla tehtyjen mittausten perusteella 29 cm, keskimäärin noin 3 cm. Tarkan kuvan saamiseksi olisi tyhjennyksen jälkeiset mittaukset tulleet tehdä koko lahden alueelta.

### 3.2 AHVENLAMMEN ALAPUOLINEN PIISPAJÄRVEN KELLOLAHTI

Myös Ahvenlammen purkukanava päättyy Kellolahteen kuitenkin noin 1 km:n päähän Alimmaisen Kellojärven purkukanavasta. Lahden todettiin madaltuneen Ahvenlammen rakentamisen aikana 3 ha:n alueelta noin 8 cm. 250 m:n etäisyydellä liettyminen vaikutti enää 1 - 2 cm ja 300 m:n kohdalla 1 cm. Mittaus-tulokset on esitetty kuvassa 2.

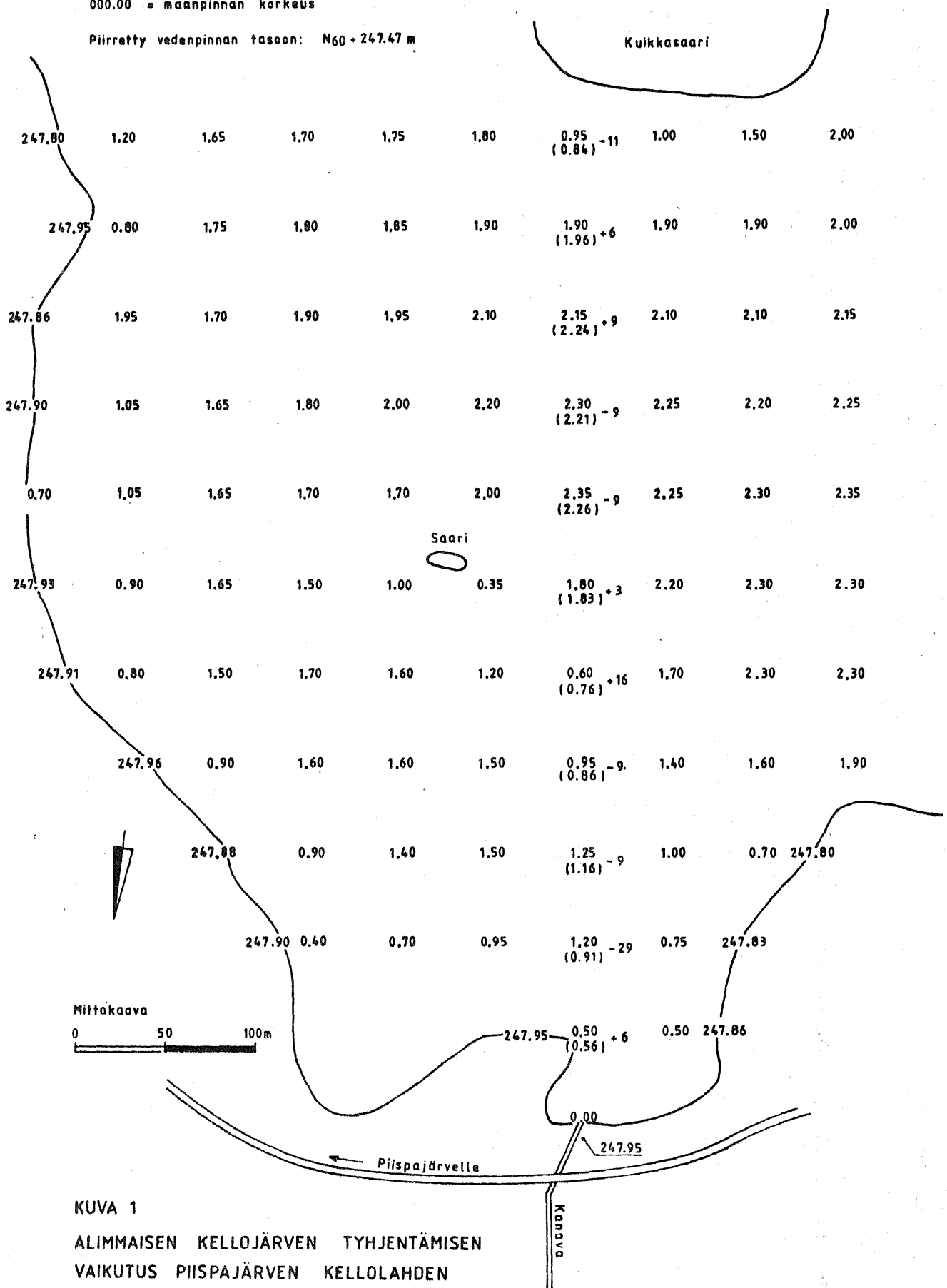
### 3.3 PAHALAMMEN ALAPUOLINEN Kiantajärven VASONLAHTI

Näytteet on otettu lasku-uoman suulta sekä noin 500 m:n päästä salmesta. Vertailuksi Kiantajärven syvännepisteen 136 analyysitulokset.

	16.5.73		19.3.73	4.9.73	16.7.73
	uoman suu	salmi	syväne 136	salmi	syväne 136
syvyys m	0,2	0,2	1,0	0,2	1,0
kiintoaine mg/l	-	15,2	0,8	4,0	2,0
sameus JTU	24,0	6,3	0,42	1,4	0,58
johtokyky mS/m	3,2	4,1	2,6	5,3	2,1
pH	6,7	6,8	6,9	7,3	6,9
väri mg Pt/l	121	66	50	35	50
kok.N µg/l	728	660	260	415	340
kok.P µg/l	68	23	9	13	13
Cl mg/l	1,9	1,7	1,4	1,2	-
KHT O <sub>2</sub> mg/l	16,4	9,4	10,4	7,9	9,1
haihd.j. mg/l	122	62	-	79	-
hehk.j. mg/l	77	36	-	41	-

x sakka poistettu ennen mittausta.

0.00 = vesisyvyys 15.11.1977 ennen Kellojärven tyhjennystä  
 (0.00) = vesisyvyys 2.2.1979, kun Kellojärvi on tyhjennetty  
 000.00 = maanpinnan korkeus  
 Piirretty vedenpinnan tasoon: N60 + 247.47 m



KUVA 1

ALIMMAISEN KELLOJÄRVEN TYHJENTÄMISEN  
 VAIKUTUS PIISPAJÄRVEN KELLOLAHDEN  
 LIETTYMISEEN

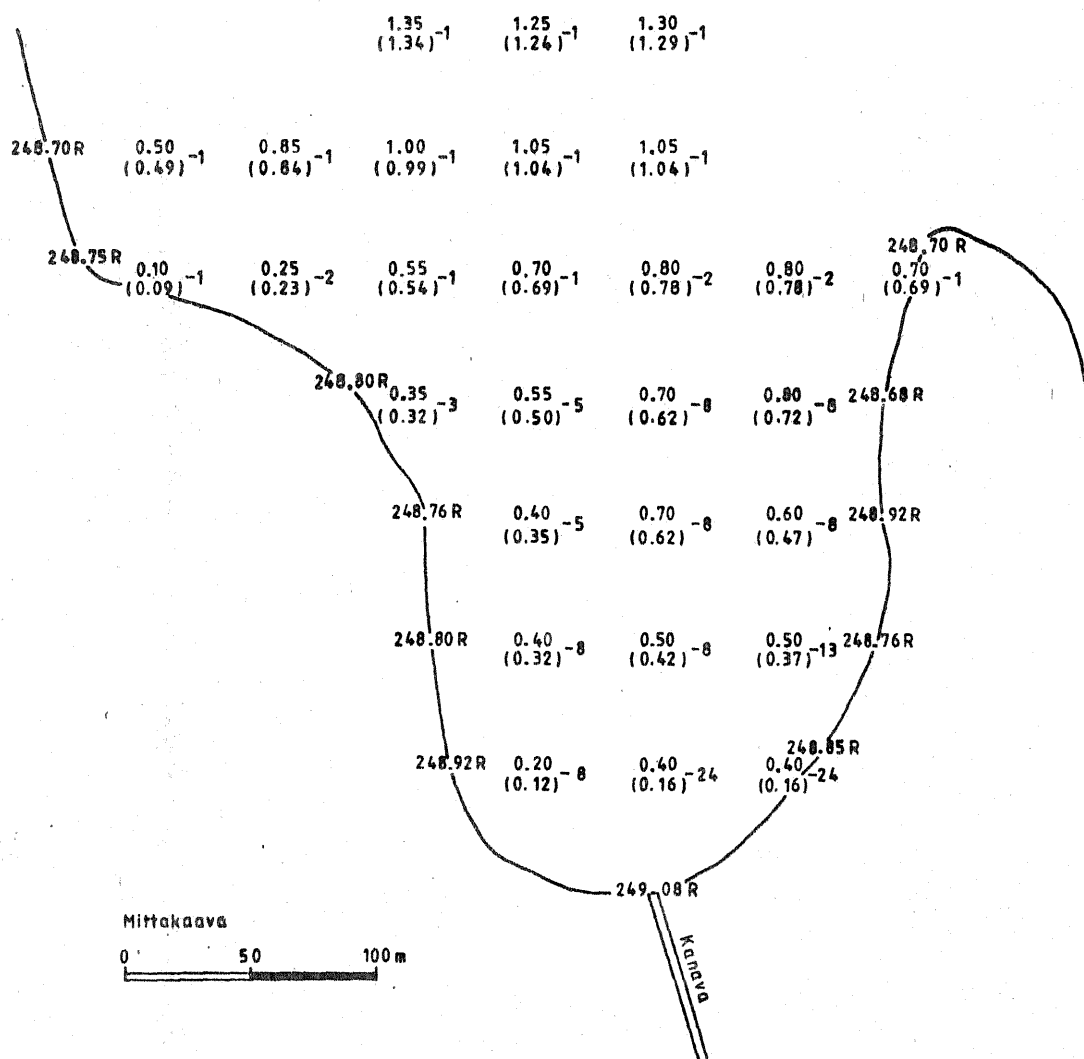
0.00 = vesisyvyys 17.3.1977 ennen  
Ahvenlammen tyhjennystä

(0.00) = vesisyvyys 17.2.1978, kun  
Ahvenlampi on tyhjennetty

000.00R = rannankorkeus

Piirretty vedenpinnan tasoon  
N60 + 247.55 m

Selkälinja vedetty  
kanavan päästä  
saaren päähän



KUVA 2

AHVENLAMMEN TYHJENTÄMISEN VAIKUTUS  
KELLOLAHDEN LIETTYMISEEN

Lampi on tyhjennetty ensimmäisen kerran huhti-toukokuussa 1973, ja ensimmäinen näyte on otettu kohta tyhjentämisen jälkeen. Uoman suulla vesi on hyvin sameaa, väriarvo on melko suuri, ravinteita on runsaasti, haihdutus- ja hehkutusjäännökset ovat suuret. Noin 500 m:n päässä salmessa vaikutus näkyy vielä selvästi, mutta kaikki edellä olevat arvot ovat huomattavasti pienempiä. Syyskuun alussa salmesta otetussa näytteessä ei enää ole havaittavissa tyhjennyksen vaikutusta.

### 3.4 VARSAJÄRVEN ALAPUOLINEN KANGASJÄRVI

Näytteet on otettu lasku-uoman suulta (2) ja noin 400 m:n päästä järven keskeltä (1) 1 m:n syvyydestä.

	15.11.77	11.12.78	21.2.79	22.5.79	6.8.79	25.9.79					
	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
sameus JTU	1,0	1,3	1,2	2,7	2,0	11	9,1	0,84	1,1	1,9	2,1
kiintoaine											
mg/l	0,6	1,2	0,8	2,6	2,0	28	19,2	1,4	1,0	3,2	3,6
25 mS/m	3,6	5,2	5,8	5,6	6,0	3,1	3,1	-	-	-	-
aikalin.											
mmol/l	0,18	0,37	0,42	0,42	0,45	0,15	0,16	-	-	-	-
pH	6,8	7,1	7,1	6,6	6,9	6,2	6,2	7,0	7,0	6,5	6,7
väri											
mg Pt/l	100	60	50	60	50	-	-	60	70	100	140
KHT mg/l	14,7	8,3	7,6	-	-	12,1	11,4	9,2	9,0	17,2	17,6
Kok.N µg/l	482	372	499	320	330	440	430	370	360	430	460
Kok.P µg/l	12	9	12	13	16	32	27	13	15	21	25
Fe mg/l	270	-	-	460	390	1540	1370	250	260	680	670
Kok.kovuus											
mmol/l	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,19	0,25

Lampi on tyhjennetty ensimmäisen kerran marras - joulukuussa 1977. Talvella 1978 - 79 otetuissa näytteissä ei näy tyhjentämisen vaikutusta.

Kevään 1979 lumen sulamisen aikaan lammen pato osaksi murtui ja huomattava määrä moreenimaata kulkeutui veden mukana. Vaikutukset vesistössä voidaan havaita 22.5.79 otettujen näytteiden tuloksista. Veden sameus ja kiintoaine ovat huomattavasti kohonneet. Myös fosforipitoisuus on normaalia suurempi. Tilanne on palautunut kuitenkin ennalleen kesän kuluessa, eikä varsinaisista esim. kalastoon kohdistuneista haitoista ole tullut tietoja vesitoimistoon.

#### 4 KALKITUKSEN VAIKUTUKSET LUONNONRAVINTOLAMMIKOISSA

Kalkituksella pyritään vähentämään veden happamuutta, lisäämään alkaliniteettia ja johtokykyä ja tekemään siten veden laatu kalanpoikasille sopivammaksi ja lampi tuottavammaksi. Kalkitusta pidetään välttämättömänä, jos pH on <6. Kalkituksen pitäisi myös aiheuttaa veden kirkastumista, koska kalkkisuolat muodostavat humusaineen kanssa yhdisteen, joka saostuu pohjalle. Teoriassa kasviplankton silloin saa enemmän valoa ja kasvaa paremmin (Korhonen 1978). Kalsium muodostaa myös fosforin kanssa liukenemattoman yhdisteen, joka sedimentoituu. Voisi olettaa, että kalkitus siten vähentää veden fosforipitoisuutta ja kasviplanktonin käytössä olevia ravinteita.

Kainuun alueella kalkituksia on tehty vuosien 1979, 1980 ja 1981 kevättalvella. Taulukkoon 2 on koottu vesianalyysituloksia vuodelta 1978 (ennen kalkitusta) ja vuosilta 1980 ja 1981 (kalkituksen jälkeen). Tulosten tarkastelu osoittaa, että johtokyky on selvästi noussut kaikissa kalkituissa lammikoissa keskimäärin 0,5 yksikköä. Samoin alkaliniteetin kohdalla lisäystä on keskimäärin 0,04 yksikköä. pH on yleensä kohonnut kalkituksen jälkeen, mutta ei kaikissa tapauksissa. Pahalammessa, Valkea- ja Iso Mustalammessa, Sulatuslammessa ja Koppelolammessa pH on laskenut kalkituksesta huolimatta. Muissa lammikoissa se on noussut keskimäärin 0,5 yksikköä.

Väri on kohonnut tai pysynyt ennallaan kaikissa lammikoissa, mutta se ei voine johtua kalkituksesta vaan sulamisvesien suuresta humuspitoisuudesta. Rautapitoisuus näyttää myös yleensä kohonneen kesällä 1981. Kesän runsaat sateet ovat ilmeisesti tuoneet niin paljon humusta lampiin, että kalkitus ei ole riittänyt eliminoimaan sen vaikutusta.

Ravinteet ovat keskimäärin vähentyneet kalkituksen jälkeen, tyyppi 30  $\mu\text{g/l}$  ja fosfori 3  $\mu\text{g/l}$ . On kuitenkin luultavaa, että ravinteiden vähentyminen johtuu enemmän sulamisvesien ravinneköyhyydestä ja lammikoiden tyhjentämisestä kuin kalkituksesta.

Klorofyllin määrä on kohonnut kaikissa lammikoissa kalkituksen jälkeen. Samoin perustuotantokyky näyttää olleen suurempi kesällä 1981 kuin kesällä 1980 (uusi mittaussuunnitelma aiheutti, että alkaliniteetti-arvot ovat 0,04 yksikköä liian suuria. On epäselvää, kuinka paljon virhettä se aiheuttaa perustuotantokykyarvoihin). Ainakin klorofyllin määrän kasvusta voisi päätellä, että kalkitus lisää kasviplanktonin määrää luonnonravintolammikoissa.

Kalkituksen vaikutuksesta eläinplanktontuotantoon on vaikea sanoa mitään aikaisempien vuosien vähäisten näytteiden takia. Tämän asian selvittämiseksi olisi tutkittavista lammikoista määritettävä eläinplanktontuotanto ennen ja jälkeen kalkituksen mieluummin usean vuoden ajan, koska tuotanto riippuu paljon kesän säistä.

Taulukko 2 Kalkituksen määrä, vedenlaatuparametrit, perustuotantokyky ja kalanpoikastuotanto eräissä lammikoissa v. 1978, 1980 ja 1981

Lampi	Kalkitus vuosi t/ha	Vuosi	$\kappa_{25}$ mS/m	Alkal. mmol/l	pH	Väri mg pT/l	Fe $\mu$ g/l	Kok.N $\mu$ g/l	Kok.P $\mu$ g/l	Kloro- fylli $\mu$ g/l	Perustuo- tantokyky 1)	Kalan- tuotanto kpl/ha 2) kg/ha
Pahalampi	79 -	1978	5,8	0,34	6,9	40	210	550	29	9,2		2829
	80 -	1980	x 6,1	x 0,35	x 7,8	x 40	x 95	x 440	x 10	x 3,4	x 81	4086
	81 0,5	1981	x 6,3	x 0,30	x 6,8	x 70	x 135	x 570	x 14	x 5,1	x 137	-
Ahvenlampi	79 3,0	1978	x 1,7	x 0,01	x 5,7	x 70	x 170	x 990	x 21	x 4,3		3373
	80 2,2	1980	x 1,5	x 0,05	x 6,4	x 80	x 100	x 570	x 12	x 8,6	x 250	3600
	81 1,0	1981	x 2,1	x 0,05	x 6,1	x 120	x 202	x 780	x 16	x 24,3	x 1209	1150
Lapinlampi	79 -	1978	x 1,9	x 0,07	x 6,5	x 90	x 250	x 530	x 18	x 3,9		6371
	80 6,4	1980	x 2,5	x 0,12	x 6,9	x 80	x 270	x 400	x 17	x 4,3	x 120	3234
	81 -	1981	2,3	0,07	6,1	150	450	440	20	5,7	268	3320
Särkilampi	79 -	1978	x 4,7	x 0,28	x 7,1	x 70	x 250	x 650	x 20	x 3,4		3825
	80 5,4	1980	x 5,3	x 0,35	x 7,3	x 60	x 140	x 570	x 11	x 5,2	x 41	3087
	81 -	1981	5,5	0,28	6,9	90	90	590	16	5,3	151	-
Valkea -ja Iso Mustalam- pi	79 1,2	1978	1,9	0,04	6,8	80	120	1010	10	5,9		2603
	80 5,6	1980	x 2,4	x 0,07	x 6,6	x 70	x 50	x 840	x 11	x 4,8	x 160	1921
	81 1,0	1981	x 2,1	x 0,06	x 6,3	x 100	x 130	x 660	x 16	x 6,1	x 194	800
Koljatinlampi	79 1,0	1978	x 1,2	x 0,03	x 6,0	x 100	x 200	x 575	x 36	x 4,6		
	80 10,5	1980	x 3,2	x 0,23	x 6,9	x 100	x 210	x 910	x 23	x 7,2	x 170	
	81 -	1981	1,7	0,31	6,5	100	180	540	22	14,6	230	
Varsajärvi	80 -	1980	x 2,4	x 0,07	x 6,5	x 100	x 400	x 470	x 16	x 5,9	x 99	7100
	81 5,5	1981	x 2,7	x 0,08	x 6,5	x 100	x 450	x 360	x 23	x -	x 120	1120
Lautinjärvi	79 1,1	1975	x 3,2	x 0,02	x 6,3	x 55	x 730	x 730	x 34	x -		
	80 -	1980	x 2,2	x 0,09	x 6,1	x 100	x 610	x 680	x 18	x 5,3	x 140	
	81 1,0	1981	x 3,6	x 0,19	x 6,7	x 150	x 720	x 690	x 23	x 8,8	x 240	
Sulatuslampi	80 -	1980	x 2,4	x 0,09	x 6,8	x 90	x -	x 520	x 160	x -	x -	
	81 5,0	1981	x 2,7	x 0,10	x 6,5	x 90	x 180	x 660	x 21	x 4,5	x 140	
Koppelolampi	80 -	1979	x 3,9	x 0,07	x 6,5	x 80	x 600	x 530	x 10	x 3,4		
	81 5,0	1981	x 2,2	x 0,05	x 6,0	x 100	x 190	x 520	x 23	x 3,7	x 160	

x) = näytteenottojen välillä on suoritettu kalkitus  
 1) = v.1981 perustuotantokyvyn laskemisessa tarvittava  
 alkaliniteetti on määritetty SFS 3005 mukaisesti,  
 mikä antaa alkaliniteetille aikaisempaan menetelmään  
 verrattuna 0,03 yks.suuremman arvon ja kohottaa siten  
 myös perustuotantokyyarvoa

2) = Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitokselta saatuja tietoja.  
 v. 1981 arvot ovat koko kesän keskiarvoja muut kertahavainnot.



## 5 ELÄINPLANKTON TUOTANTO LUONNON- RAVINTOLAMMIKOISSA

Eläinplanktonnäytteet on otettu kaksi kertaa kuukaudessa kesä, heinä- ja elokuun ajan viidestä lamasta. Lammet ovat Paha-, Ahven-, Lapin-, Särki- ja Valkea- ja Iso-Mustalampi. Ne sijaitsevat kaikki Suomussalmella ja ovat RKTL:n rakennuttamia. Näytteistä on laskettu yksilömäärät lajeittain. Kunkin lajin keskimääräinen yksilötilavuus on saatu Naulapään (1966) taulukoista. Eliöiden ominaispainoksi on arvioitu 1,0, jolloin tilavuudesta saadaan suoraan yksilön paino. Yksilömäärän ja painon avulla on laskettu biomassa kuutiometriä kohti. Kuukauden keskibiomassojen avulla on edelleen laskettu tuotantoarvot Winbergin (1971), Pechenin (1965) ja Shuskinan (1966) esittämillä kaavoilla. Kokonaisnettotuotanto on laskettu kaavasta  $P = 2,8 \times B^{1,42}$ , missä  $P$  = kuukauden tuotanto ja  $B$  = kuukauden keskibiomassa. Kokonaisnettotuotannossa on otettu huomioon toisia eläinplanktoneita ravinnokseen käyttävien planktoneiden aiheuttama kulutus sekä niiden hengitykseen kuluva energia. Planktonsyöjien käyttöön jäävä tuotanto on erikseen laskettu seuraavilla kaavoilla:

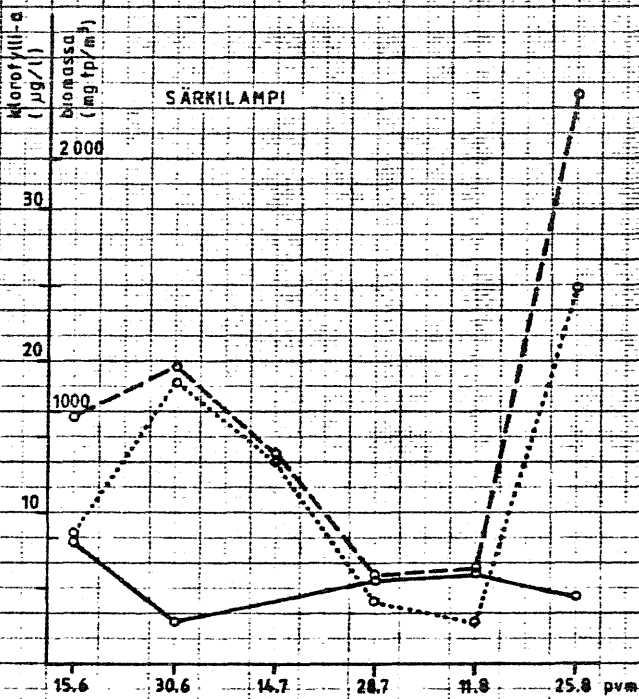
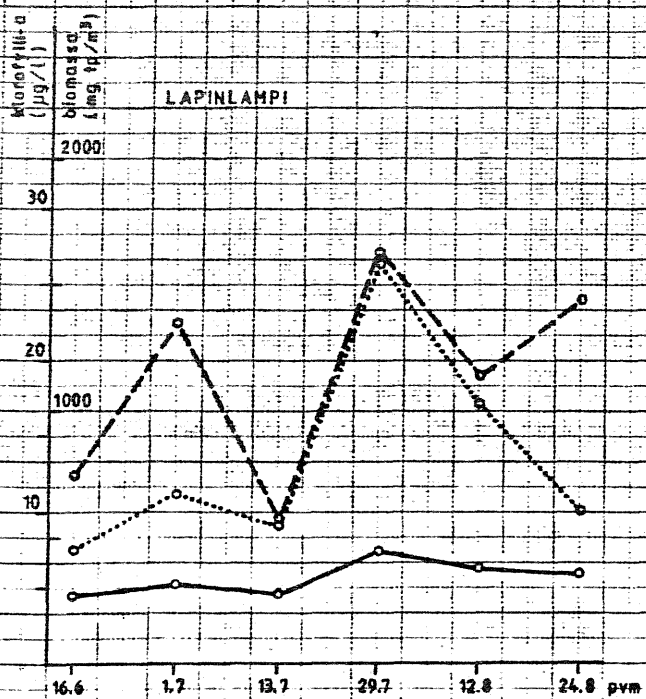
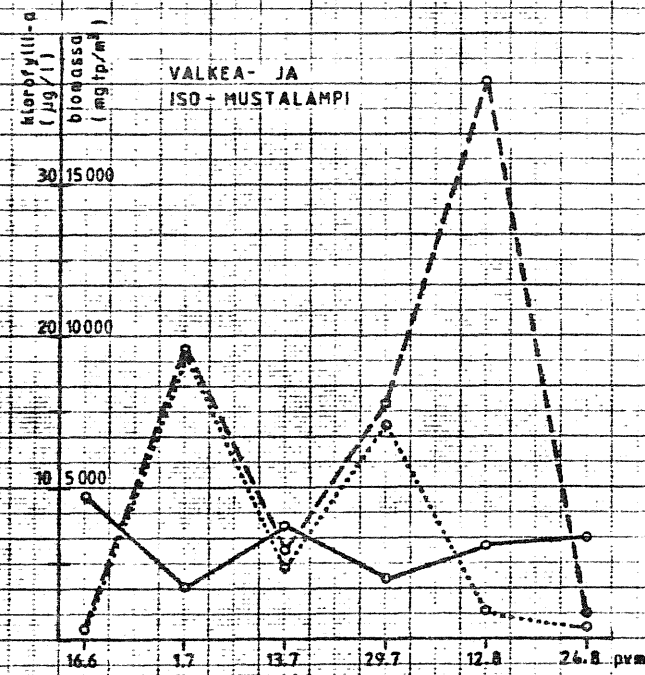
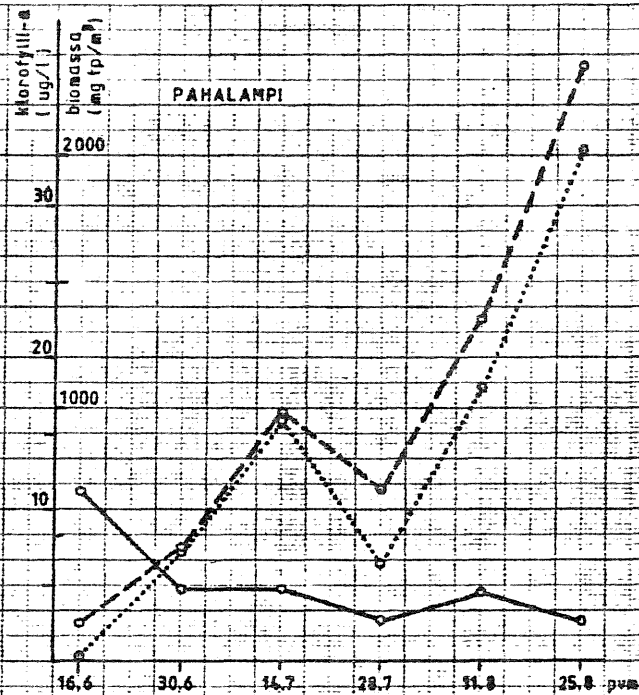
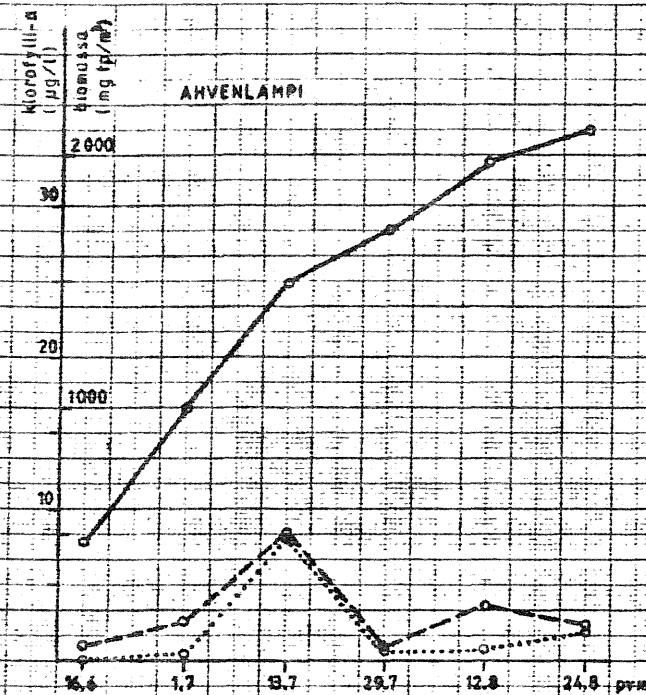
$$\begin{array}{ll} \text{Cladocera} & P = 4,05 \times B^{0,91} \\ \text{Copepoda} & P = 3,63 \times B^{1,34} \\ \text{Rotatoria} & \\ - \text{Asplanchna} & P = 0,16 \times B \times \text{vuorokausien määrä} \\ - \text{muut} & P = 0,17 \times B \times \text{" " " "} \end{array}$$

### 5.1 ELÄINPLANKTONIN MÄÄRÄ JA LAJISTO

Taulukossa 3 on esitetty biomassat sekä kokonaisnettotuotannot kuukausittain sekä kesän yhteenlaskettu tuotanto. Ahvenlamassa tuotanto oli 15,1 g/m<sup>3</sup> . 3 kk eli hyvin pieni verrattuna toisiin lampiin. Särki-, Paha- ja Lapinlamassa tuotanto oli lähes yhtä suuri (158,1, 171,8 ja 187,8 g/m<sup>3</sup>). Valkea- ja Iso-Mustalamassa se oli huomattavasti suurempi, 2338,7 g/m<sup>3</sup>. Siitä on kuitenkin noin puolet Asplanchna tuotantoa elokuun alussa, jolloin sillä oli maksimiesiintyminen (Asplanchna on suuri säkkimäinen rataseläin, joka helposti lisää biomassaa, mutta on tuskin kovinkaan tärkeä kalan ravinnon kannalta, koska se on lähes pelkkää vettä). Kuvassa 3 on esitetty eläinplankton biomassan, äyriäisplanktonbiomassan ja klorofylli-a:n vaihtelu kesän 1981 aikana.

Taulukossa 4 on esitetty rataseläinten ja äyriäisten tuotanto. On huomattava, että ne yhteenlaskemalla ei saada edellä esitettyä kokonaisnettotuotantoa, johon on lisätty arvioitu predaattorien kulutukseen mennyt tuotanto. Oleellista kalojen ravinnon kannalta on äyriäisplanktonin eli vesikirppujen (Cladocera) ja hankajalkaisten (Copepoda) tuotanto. Pienintä niiden tuotanto oli jälleen Ahvenlamassa (3,2 g/m<sup>3</sup> . 3 kk), Valkea- ja Iso-Mustalamassa suunnilleen samansuuruista (20,0 ja 22,8 g/m<sup>3</sup> . 3 kk). Suurin tuotanto oli Pahalammassa ja Lapinlamassa 35,6 ja 58,2 g/m<sup>3</sup> . 3 kk).





— klorofylli-a  $\mu\text{g/l}$   
 --- eläinplanktonbiomassa  $\text{mg tp/m}^3$   
 ..... äyriäisplanktonbiomassa  $\text{mg tp/m}^3$

KUVA 3  
 ELAINPLANKTONBIOMASSAN, ÄYRIÄIS-  
 PLANKTONBIOMASSAN SEKÄ KLORO-  
 FYLLI-A:N VAIHTELU KESÄN 1981  
 AIKANA

Taulukko 3. Kuukauden keskibiomassa  $\text{mg/m}^3$  sekä kokonaisnettotuotanto eri kuukausina  $\text{mg/m}^3 \cdot \text{kk}$ .

	B $\text{mg/m}^3$	P $\text{mg/m}^3 \cdot \text{kk}$	
<u>Ahvenlampi</u>			
Kesäkuu	105,2	2 081,7	
Heinäkuu	289,5	8 763,9	
Elokuu	175,2	4 293,4	
Yht.		15 139,0	= 15,1 $\text{g/m}^3 \cdot 3 \text{ kk}$
<u>Lapinlampi</u>			
Kesäkuu	1 057,9	55 191,1	
Heinäkuu	1 105,9	58 776,9	
Elokuu	1 298,2	73 807,9	
Yht.		187 775,9	= 187,8 $\text{g/m}^3 \cdot 3 \text{ kk}$
<u>Pahalampi</u>			
Kesäkuu	300,5	9 238,4	
Heinäkuu	837,0	39 575,7	
Elokuu	1 860,4	123 021,9	
Yht.		171 836,0	= 171,8 $\text{g/m}^3 \cdot 3 \text{ kk}$
<u>Särkilampi</u>			
Kesäkuu	1 082,6	57 026,2	
Heinäkuu	599,2	24 618,3	
Elokuu	1 331,1	76 474,0	
Yht.		158 118,5	= 158,1 $\text{g/m}^3 \cdot 3 \text{ kk}$
<u>Valkea- ja Iso-Mustalampi</u>			
Kesäkuu	4 914,2	488 669,0	
Heinäkuu	5 367,5	553 896,5	
Elokuu	9 767,6	1 296 145,2	
Yht.		2 338 710,7	= 2 338,7 $\text{g/m}^3 \cdot 3 \text{ kk}$

Taulukko 4. Planktonsyöjien käyttöön jäävä eläinplanktonbiomassa ja  
- tuotanto eri kuukausina mg/m<sup>3</sup> . 3 kk

Lampi	Kuu- kausi		Asplanchna	Muut ratas- eläimet	Ratas- eläimet yht.	Cladocera	Copepoda	Ayriäiset yhteensä
<u>Ahvenlampi</u>	Kesä	B	10	107,5		6,9	1,1	
		P	48	548,3	596,3	23,3	3,9	27,2
	Heinä	B	0	26,7		135,6	127,2	
		P	0	136,4	136,4	352,9	2398,4	2751,3
	Elo	B	47,5	38,7		69,7	19,4	
		P	228,0	197,1	425,1	192,5	193,0	385,5
	Yht.	P	276,0	881,8	1157,8	568,7	2595,3	3164,0
<u>Lapinlampi</u>	Kesä	B	445,0	56,4		177,0	378,7	
		P	2136,0	287,4	2423,4	452,0	10345,4	10797,4
	Heinä	B	5,0	29,3	173,2	241,8	829,9	
		P	24,0	149,2		597,5	29605,1	30202,6
	Elo	B	427,5	62,0		271,0	537,8	
		P	2052,0	316,2	2368,2	662,8	16555,4	17218,2
	Yht.	P	4212,0	752,8	4964,8	1712,3	56505,9	58218,2
<u>Pahalampi</u>	Kesä	B	55,0	9,7		197,2	38,6	
		P	264,0	49,2	313,2	496,4	485,2	981,6
	Heinä	B	0	167,1		358,5	311,6	
		P	0	852,0	852,0	855,0	7965,9	8820,9
	Elo	B	0	308,8		843,9	707,8	
		P	0	1574,6	1574,6	1863,7	23919,1	25782,8
	Yht.	P	264,0	2475,8	2739,8	3215,7	32370,2	35585,3
<u>Särkilampi</u>	Kesä	B	163,8	109,1		419,2	390,5	
		P	786,0	556,4	1342,4	986,0	10781,7	11767,5
	Heinä	B	0	75,2		518,3	5,8	
		P	0	383,3	383,3	1195,9	38,3	1234,2
	Elo	B	372,0	135,7		492,7	330,7	
		P	1785,6	692,1	2477,7	1142,0	8627,0	9769,0
	Yht.	P	2571,6	1631,8	4203,4	3323,9	19446,8	22770,7
<u>Valkea- ja Iso-Mustalampi</u>								
	Kesä	B	0	29,1		4881,1	4,1	
		P	0	148,4	148,4	9204,5	24,0	9228,5
	Heinä	B	512,5	98,9		4724,9	31,3	
		P	2460,0	504,4	2964,4	8936,2	365,6	9301,8
	Elo	B	9080,8	30,1		653,4	3,3	
		P	43587,8	153,3	43741,1	1476,6	17,6	1494,2
	Yht.	P	46047,8	806,1	46853,9	19617,3	407,2	20024,5

Aikaisempina vuosina lähes kaikista lammikoista on otettu planktonnäyte kerran kesässä. Näistä on laskettu yksilömäärät ja biomassat. Biomassat on esitetty taulukossa 5. Yksittäisten näytteiden perusteella on hyvin vaikea arvioida lammen eläinplanktontuotannon tasoa, mutta seuraavassa on yritetty karkeasti arvioida lammen sopivuutta kalankasvatukseen.

Lampien arviointia eläinplanktonin perusteella:

Hukkalampi

- vaikuttaa melko hyvältä
- eniten Eudiapt. gracilista

Sulatuslampi

- näytteet vain kesäk. ja talvella
- melko monipuolinen lajisto, biomassaa melko runsaasti (vrt. Lapinlampi)
- näyttäisi sopivalta

Iso-Nuolilampi

- monipuolinen lajisto, biomassaa runsaasti
- näyttää sopivalta

Koppelolampi

- monipuolinen lajisto, biomassaa hyvin runsaasti
- sopiva

Viitajalampi

- monipuolinen lajisto, biomassaa hyvin runsaasti, eniten Daphnia cristata (näytteet vain elokuulta)
- sopiva

Taivaljärvi

- monipuolinen lajisto, biomassaa hyvin runsaasti, eniten Daphnia cristata (näytteet vain elokuulta)

Taivaljärvi

- kuten edellä

Laajanlampi

- Eudiaptonus ja B. longirostis, biomassa pienehkö
- rataseläimiä melko runsaasti verrattuna äyriäisiin
- ei erityisen sopiva

Iiliänjärvi

- vain yksi näyte, ei voi sanoa mitään, ei vaikuta kovin lupaavalta

Kulvejärvi

- monipuolinen lajisto loppukesällä, runsas biomass jo kesäkuulla
- sopiva

Pieni Kivijärvi

- näytteet kesäkuulta, suuri biomass, monipuolinen lajisto
- sopiva

#### Suolampi

- ei monipuolinen lajisto, elokuulla keskink.biomassa
- ei erityisen sopiva

#### Saarijärvi

- jo kesäkuulla suuri biomassa; monipuolinen lajisto
- sopiva

#### Vehkanen

- suurehko biomassa kesäkuulla, lajisto ei kovin monipuolinen
- melko sopiva

### 5.2 ELÄINPLANKTONTUOTANNON EROJEN SYISTÄ

Eläinplanktonin tuotantoon vaikuttavat ravinto 1. kasviplanktonin ja bakteerien määrä, lämpötila, pH, happipitoisuus ja luonnonravintolammikoissa lisäksi tyhjennyksestä aiheutuvat erikoistekijät.

Lämpötila on kaikissa viidessä lammikossa ollut jokseenkin sama ja happipitoisuus koko kesän ajan hyvä. Sen sijaan pH on vaihdellut 6,1:stä Lapin- ja Ahvenlammissa 6,9 Särkilammissa (kesän keskiarvot). pH:n ja planktontuotannon välillä ei kuitenkaan ole havaittavissa minkäänlaista yhteyttä ainakaan tässä aineistossa.

Vaikka äyriäistuotanto Ahvenlammissa oli hyvin pientä, olivat klorofyllin määrä ja perustuotantokyky siellä aivan eri luokkaa kuin muissa lammikoissa (taulukko 6). Ravinnon puute ei siis liene syynä Ahvenlammen pieneen eläinplanktontuotantoon. Muissa lammikoissa erot klorofyllin ja perustuotantokyvyn arvoissa eivät ole yhtä suuria. Klorofyllin ja äyriäistuotannon välinen korrelaatio ei ole merkitsevä ( $r = -0,678$ ,  $df = 3$ ). Koska se on negatiivinen, voisi olettaa, että paremmin eläinplanktonia tuottavissa lammikoissa planktonit käyttävät kasviplanktontuotannon tehokkaammin hyväkseen. Erojen eläinplanktontuotannossa täytyy siis johtua jostakin muustakin tekijästä kuin kasviplanktonin määrästä.

Kasviplanktonin laatu on merkittävä tekijä eläinplanktereiden ravinnossa. Esimerkiksi eräät sinilevät ovat haitallisia niille ja ehkäisevät kasvua. Kasviplanktonin laatuun taas vaikuttaa ravinteiden määrä ja niiden keskinäinen suhde sekä pH, humuksen määrä jne. Typpi/fosfori-suhteesta riippuu, kumpi ravinne on leväkasvua rajoittava tekijä. Suhteen ollessa n. 20 pystyvät levät käyttämään molemmat tehokkaimmin hyväkseen. Kun tarkastellaan näiden viiden lammen N/P-suhteita, havaitaan, että suhteen pienetessä äyriäistuotanto kasvaa ( $r = -0,923^x$ ). Lähellä optimia se on Lapinlammissa ja kauimpana siitä Ahvenlammissa (taulukko 6). Näin pienen aineiston perusteella ei voi vetää varmoja johtopäätöksiä, mutta varovainen fosfaattilannoitus kalkituksen ohella

Taulukko 5. Biomassa mg tp/m<sup>3</sup>

Lampi	Pvm.	Rataseläimet	Äyriäiset	Yhteensä
<u>Pahalampi</u>	1.8.77	2,3	2960,1	2962,4
	20.6.78	9876,5	14,3	9890,8
	8.7.80	0,4	372,1	372,5
<u>Ahvenlampi</u>	21.6.78	1360,8	58,3	1418,3
	8.7.80	12,2	46,9	58,6
<u>Lapinlampi</u>	15.8.79	537,2	383,7	920,9
	8.7.80	109,2	880,2	880,2
<u>Särkilampi</u>	20.6.78	74,6	57,2	131,8
	9.7.80	11,7	82,6	94,3
<u>Koljatinlampi</u>	19.6.78	173,9	6,6	180,5
	9.7.80	4781,2	207,9	4989,1
	1.6.81	7,3	403,1	410,4
	1.8.79	344,5	84,3	428,8
<u>Varsajärvi</u>	31.1.78	4,8	297,8	302,6
	6.8.79	885,6	80,5	966,1
	16.6.80	10,9	73,8	84,7
	8.6.81	4885,7	1409,1	6294,9
<u>Sulatuslampi</u>	4.8.77	151,0	620,8	771,8
	15.2.78	0,2	0	0,2
	5.4.78	9,1	0	9,1
	9.6.80	572,3	3402,0	3974,3
	10.6.81	1006,9	479,6	1486,5
<u>Iso-Nuolilampi</u>	27.9.77	0,7	479,1	479,8
	15.2.78	2,0	134,8	136,8
	3.7.79	5300,0	1491,6	6791,6
	10.6.81	1,3	177,0	178,3
	18.8.81	213,4	723,6	937,0
<u>Lautinjärvi</u>	14.2.78	0,3	0	0,3
	16.6.80	1586,8	16,9	1603,7
	6.7.81	2179,0	351,6	2530,6
<u>Koppelolampi</u>	4.8.77	2662,8	9430,4	12093,2
	7.8.79	623,9	1138,8	1762,7
	23.6.81	886,2	5990,4	6876,6
<u>Viitajalampi</u>	30.8.77	42,8	5952,7	5995,5
	13.8.80	211,7	4162,8	4374,5
<u>Taivaljärvi</u>	19.7.79	59,9	3413,0	3472,9
	29.6.81	4,5	1489,3	1493,8
<u>Ruuhijärvi</u>	11.6.80	20,1	933,2	953,3
	29.6.81	7,0	2975,6	2982,6



## Taulukko 5. jatkoa

Lampi	Pvm.	Rataseläimet	Äyriäiset	Yhteensä
<u>Laajanlampi</u>	11.6.81	239,9	248,9	488,8
	21.7.81	556,4	134,0	690,4
<u>Iiliänjärvi</u>	22.6.81	2,5	26,4	28,9
<u>Kulvejärvi</u>	13.8.80	0,5	4831,2	4831,7
	24.6.81	130,2	2468,1	2598,3
<u>Pieni Kivijärvi</u>	23.6.80	13,5	1247,1	1260,6
	24.6.81	14,8	1522,8	2186,8
<u>Suolampi</u>	13.8.80	4,3	630,3	634,6
<u>Saarijärvi</u>	23.6.80	107,3	3558,5	3665,8
<u>Vehkanen</u>	18.6.80	90,5	939,7	1030,2

Taulukko 6. Eräitä vedenlaatuparametrejä (k.a.) ja äyriäisplanktontuotanto kesällä 1981 sekä kalantuotanto v. 1980. Kalanpoikasten koko laskettu: tuotto kg:na/tuotto kpl

Lampi	pH	Kok. P	Kok. N	N/P	Perustuot. kyky mg <sup>14</sup> C/m <sup>3</sup> .d	Klorofylli µg/l	Äyriäis- tuotanto gtp/m <sup>3</sup> .3 kk	Kalantuotanto		Kalan koko g/kpl
		µg/l	µg/l	suhde				kg/ha	kpl/ha	
Ahvenlampi	6,1	16	780	49	1209	24,3	3,2	12,3	3600	3,4
Valkealampi	6,3	16	660	41	194	6,1	20,0	16,1	1921	8,4
Särkilampi	6,9	16	590	37	151	5,3	22,8	17,2	3087	5,6
Pahalampi	6,8	14	570	41	137	5,1	35,6	40,8	4086	10,0
Lapinlampi	6,1	20	440	22	268	5,7	58,2	32,3	3234	10,0

saattaisi parantaa tuotantoa. Toisaalta joissakin keski-eurooppalaisissa lammikoissa lannoituksen on todettu koituvan lähinnä rataseläinten hyväksi, eikä näin ollen lisäävän oleellisesti kalantuotantoa. Meikäläisissä vesissä perustuotannon lisääntyminen helposti johtaa talvisiin happikatoihin, mutta jos lammet aiotaan pitää tyhjillään talvet, ei tätä haittaa ole olemassa. Sen sijaan lannoitus ei ehkä sovi lampiin, joita käytetään myös talvella kalankasvatukseen.

Eläinplankterit käyttävät ravinnokseen jossakin määrin myös orgaanista ainetta hajottavia vesibakteereja. Humuspitoisessa vesistössä niiden osuus saattaa olla merkittäväkin.

Luonnonravintolammikoissa on erikoisolosuhteet, jotka vaikuttavat eläinplanktonin koostumukseen ja määrään. Lammikon tyhjennys aiheuttaa pohjan kuivumisen ja jäätyminen ja vaikeuttaa eliöiden talvehtimista. Lisäksi tyhjennyksen seurauksena luonnollisesti poistuu suurin osa planktereista. Sekä vesikirpuilla että hankajalkaisilla on ns. kestonumia, jotka sietävät kuivumista ja kylmyyttä ja pystyvät ilmeisesti säilymään pohjalietteessä talven yli. Normaaliolosuhteissa osa planktereista, varsinkin hankajalkaisista, talvehtii aikuise- na ja tuottaa jälkeläisiä jo kevättalvella. Vesikirppujen maksimiesiintyminen on vasta kesällä. Tyhjennetyssä lammikos- sa eläinplanktereiden kehitys pääsee alkuun vasta sulamis- vesien täyttyessä lammikon. Normaaliolosuhteeseen verrattuna keväällä ja alkukesällä äyriäisbiomassa on hyvin pieni. Rataseläimillä sukupolven pituus on lyhyempi ja ne kykenevät kehittämään nopeammin suuren biomassan, josta kuitenkin ei ole juuri hyötyä kalanravintona. Ne päinvastoin kuluttavat kasviplanktonia ja vähentävät äyriäisten ravintoa.

Eläinplanktontuotannon ja kalan ravinnon kannalta olisi edullista, jos lammikon täyttö voitaisiin aloittaa jo syksyllä. Silloin planktereiden kehitys pääsisi alkuun aikaisem- min keväällä ja istutusaikaan kalanpoikasilla olisi jo riittävästi ravintoa. Olisi hyvä, jos ennen istutusta olisi mahdollista ottaa eläinplanktonnäyte ja varmistaa, että poikasille on riittävästi ravintoa. Samoin syksyllä lammen tyhjennys olisi suoritettava ennenkuin ravinto loppuu poikasilta.

### 5.3 ELÄINPLANKTONTUOTANNON VAIKUTUS KALANPOIKASTUOTANTOON

Tutkituissa lammikoissa on kasvatettu planktonsiian poikasia, joten eläinplanktonin osuus niiden ravinnossa lienee huomattava. Siksi eläinplanktontuotannon voi olettaa vaikuttavan ratkaisevasti kalantuotantoon. Valitettavasti kesällä 1981 Pahalammassa ja Särkilammissa poikasten kasvatus epäonnistui kokonaan. Ahvenlammissa ja Valkea- ja Iso-Mustalammissa tulos oli paljon heikempi kuin edellisenä kesänä. Vain Lapin- lammissa tuotto oli hiukan suurempi kuin edellisessä kesänä. Näin ollen on vaikea verrata eläinplanktontuotantoa ja kalan- poikastuotantoa tältä kesältä.

Planktonäyriäisten tuotanto ja kesän 1980 poikastuotanto vastaavat melko hyvin toisiaan (taulukko 6). Korrelaatio-kertoimeksi saadaan  $r = 0,763$ , joka ei kuitenkaan tule merkitseväksi näin pienellä aineistolla. Tällainen vertailu ei tietenkään ole kovin luotettavaa, mutta jonkinlaisen kuvan asiasta se antaa. Planktontuotannon taso tuskin on ratkaisevasti muuttunut näissä lammikoissa edelliskesään verrattuna, koska ne kaikki ovat olleet useita vuosia valmiina ja olosuhteitten voi olettaa jo vakiintuneen.

#### 5.4 JATKOTUTKIMUSTEN TARVE

Varmempien tulosten saamiseksi olisi syytä jatkaa eläinplanktontuotannon tutkimista näissä viidessä ja mahdollisesti muissakin valmiissa lammikoissa. Vertailuun olisi hyvä saada ravinteisuudeltaan ja muutenkin laadultaan mahdollisimman erilaisia lampia. Näytteenotto olisi hyvä aloittaa mahdollisimman aikaisin ja jatkaa kunnes lampi tyhjennetään, vähintään kahden viikon välein. Jos tuotantotuloksista halutaan mahdollisimman luotettavia, olisi lisäksi otettava rinnakkaisnäytteitä (yht. 2 - 3) hiukan eri kohdista lampea, ei kuitenkaan aivan läheltä rantaa. Kasviplanktonputki ei ole paras mahdollinen näytteenottoväline eläinplanktontöissä. Yleensä käytetään 2 m:n mittaista, noin 8 litran vetoista Sormusen näytteenotinta. Se on kylläkin painava ja hankala kuljettaa maastossa. Jos näytteet edelleen otetaan kasviplanktonputkella, olisi syytä ottaa useampi nosto kuin neljä, ainakin kaksinkertainen määrä. Neljän noston vesimäärä on niin pieni, että eläinten lukumäärä näytteessä on vähäinen ja harvinaiset lajit jäävät kokonaan pois. Sattumalle jää liian suuri osuus varsinkin kun monet plankterit esiintyvät parvissa. Myös tästä syystä on rinnakkaisnäytteiden otto suositeltavaa.

Jos lammen eläinplanktontuotantoa tarkastellaan yksinomaan kalanravinnon kannalta, ei ehkä ole välttämätöntä laskea näytteistä rataseläimiä lainkaan, vaan pelkästään planktonäyriäiset. Jos taas tutkitaan kalkituksen ja mahdollisen lannoituksen vaikutusta lammen eliöihin on syytä laskea rataseläimetkin. Pelkästään äyriäiset laskemalla säästää ainakin puolet mikroskopiointiin kuluva ajasta.

#### 6. T I I V I S T E L M Ä

Tutkimuksessa on käsitelty 6 Kainuun vesipiirin alueella olevan luonnonravintolammikon veden laadun muutoksia ennen ja jälkeen rakentamisen, kalkituksen vaikutuksia 10 luonnonravintolammikon veden laatuun, eläinplanktontuotantoa 5 luonnonravintolammikossa sekä rakentamisen vaikutuksia alapuoliseen vesistöön 4 luonnonravintolammikon rakentamisen yhteydessä.

Veden laadun muutoksista on selvimpänä havaittu sameuden vähentyneen ja värin ja kemiallisen hapen tarpeen kasvaneen rakentamisen jälkeen. Tämä johtunee siitä, että valuma-alueelta tulevien sulamisvesien humuspitoisuus on jonkin verran suurempi kuin muina aikoina tulevien valumavesien. Muut muutokset eivät ole yhtä selviä, mutta ravinteiden ja raudan pitoisuuden voidaan katsoa pikemminkin laskeneen kuin nousseen. Syynä tähän voisi olla pohjalietteen hapestuminen syksyllä ja raudan ja fosforin sitoutuminen lietteeseen.

Kalkituissa luonnonravintolammikoissa on todettu sähkönjohtavuuden, alkaliniteetin ja klorofyllin määrän kohoneen. pH-arvon nousua ei kuitenkaan ole kaikissa tapauksissa havaittu. Johtopäätösten tekoa häiritsee sääoloiltaan hyvin erilaisina vuosina tehdyt havainnot.

Eläinplanktontuotannon kannalta lammikon tyhjentäminen talviajaksi on epäedullista. Suurin osa planktonista poistuu tyhjennysveden mukana ja uuden planktonin kasvu pääsee alkuun vasta kesän alussa. Eläinplanktonryhmistä rataseläimet, joilla ei ole paljon merkitystä kalojen ravintona, kehittävät nopeimmin alkukesästä suuren biomassan ja vähentävät täten kalojen ravintona tärkeiden vesikirppujen ja hankajalkaisten käytettävissä olevan ravinnon määrää. Eläinplanktontuotannon määrä ei ole suoraan verrannollinen veden laatuparametreihin eikä kasviplanktonin määrään. Käytettävissä olevassa aineistossa on todettu äyriäistuotannon kasvavan, kun typpi-fosfori-suhde pienenee. Tämä antaisi viitteitä fosforin lannoituksen edullisuudesta luonnonravintolammikoissa. Lammikoiden käytössä tulisi tutkia mahdollisuutta lammen osittaiseen täyttämiseen jo syysvaluman aikana, jolloin eläinplanktonin tuotanto pääsisi alulle jo kevättalven aikana.

Luonnonravintolammikoiden tyhjentämisen vaikutukset riippuvat oleellisesti kustakin kohteesta ja tyhjennystavasta. Toisissa kohteissa vaikutukset ovat hyvin vähäiset, mutta toisissa kohteissa pohjalietettä ja hienoa maa-ainesta lähtee tyhjennysveden mukana huomattaviakin määriä ja ne aiheuttavat pitkällekin ulottuvaa samentumista sekä kiinto-aineen ja kasviravinteiden lisääntymistä. Varsinaisia esim. kalastoon kohdistuvia haittoja ei kuitenkaan ole todettu.

## KIRJALLISUUTTA

- Korhonen, M. 1978: Kalanpoikasten luonnonravintoviljely.  
- Suomen Kalastusyhdistys 68.
- Naulapää, A. 1966: Eräiden Suomessa esiintyvien plankte-  
reiden tilavuuksien keskiarvoja.  
- Vesiensuojelutoimiston tiedonantoja  
21.
- Pechen, G.A. 1965: The production of the cladoceran  
crustaceans in lake zooplankton.  
- Hidrobiol. Zh. no 4, 19-26.
- Shuskina, E.A. 1966: The ratio of production to biomass  
in lake zooplankton.  
- Hidrobiol. Zh. 2, no 1, 27-35.



